



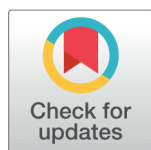


Dificultades para la incorporación de la Realidad Aumentada en la enseñanza universitaria: visiones desde los expertos

Julio Barroso-Osuna¹, Juan Jesús Gutiérrez-Castillo¹, M^adel Carmen Llorente-Cejudo¹ and Rubicelia Valencia Ortiz²

¹Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Universidad de Sevilla, España

²Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE), México



Recibido 13-02-2019

Revisado 28-02-2019

Aceptado 05-04-2019

Publicado 15-07-2019

Autor para correspondencia

Julio Barroso-Osuna,

jbarroso@us.es

Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, C/ Pirotecnia s/n. 41013, Sevilla

DOI <https://doi.org/10.7821/naer.2019.7.409>

Páginas: 131-147

Funding: Ministerio de Economía y Competitividad, Gobierno de España (EDU2014-57446-P)

Distributed under Creative Commons CC BY 4.0

Copyright: © NAER Journal of New Approaches in Educational Research 2019

OPEN ACCESS

RESUMEN

La “realidad aumentada” (RA) se presenta como una tecnología que armoniza, en tiempo real y con la colaboración del usuario, información digital con información física a través de diferentes soportes tecnológicos. Tales son sus posibilidades, que cuando se incorpora a la enseñanza, los alumnos muestran altos niveles de satisfacción y actitudes positivas para su utilización, pero a la misma vez, presenta una serie de limitaciones y obstáculos. Bajo el objetivo de indagar sobre las dificultades técnicas, curriculares y organizativas de la incorporación de la RA en los contextos formativos, se diseñó un instrumento un “Cuestionario de obstáculos RA” (CORA), que fue administrado a un total de 264 expertos en la materia para su validación a través de método Delphi, aplicando posteriormente el “Coeficiente K” ($K = \frac{1}{2} K_c$ (coeficiente de conocimiento) + K_a (coeficiente de argumentación)), seleccionando aquellos expertos que en el resultado del coeficiente obtuvieron una puntuación $\geq 0,8$. Entre los resultados obtenidos en el estudio podemos señalar que los principales obstáculos con que nos encontramos para la incorporación de la RA a la formación universitaria, gira en torno a: la falta de formación y perfeccionamiento del profesorado, las pocas experiencias educativas que nos encontramos, la falta de fundamentación conceptual, la limitada investigación educativa y la falta de apoyo institucional.

Palabras clave REALIDAD AUMENTADA, ENSEÑANZA SUPERIOR, TECNOLOGÍAS EMERGENTES, TECNOLOGÍAS

1 LA REALIDAD AUMENTADA APLICADA A LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA

La penetración que las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en las instituciones y acción educativa es de tal magnitud como no había ocurrido anteriormente, como consecuencia de la digitalización, lo transmedia, el crecimiento exponencial de las

tecnologías, la penetración de la web 2.0 y la significación que las TIC tienen en la sociedad del conocimiento. Tecnologías como las “analíticas de aprendizaje”, “la gamificación”, “los videojuegos serios” o la “robótica” se están incorporando rápidamente a la enseñanza como exponen los “Informes Horizon” elaborados por “The New Media Consortium”¹ o los informes EduTrends producidos por el “Observatorio de Innovación educativa” del Tecnológico de Monterrey².

Una de estas tecnologías es la “realidad aumentada” (RA), que es una tecnología que armoniza en tiempo real y con la colaboración del usuario, información digital con información física a través de diferentes soportes tecnológicos siendo los más usuales los dispositivos móviles como smartphones y las tablets (Cabero-Almenara, Fernández, y Marín, 2017; Cabero-Almenara y García, 2016). Es precisamente el tipo de dispositivo usualmente utilizado, lo que facilita su incorporación a la formación universitaria, pues son poseídos por la gran mayoría de los estudiantes, y además, suelen tener actitudes significativas hacia ellos (Lagunes-Domínguez, Torres-Gastelú, Angulo-Armenta, y Martínez-Olea, 2017; Seifert, Hervás, y Toledo, 2019).

Frente a otras tecnologías, presenta una serie de características específicas:

- Ser una realidad mixta, que enriquece o complementa la información de la realidad con información digital.
- La integración se produce en tiempo real y de manera coherente.
- Es interactiva.
- Para la creación del contenido es necesaria intervención de la persona.
- Y que mediante su utilización se enriquece o altera la información de la realidad física donde se integra.

En relación a su impacto en la educación, y aunque las investigaciones realizadas son limitadas, aspecto que posiblemente sea uno de los grandes problemas que tenga para su incorporación a la enseñanza, estudios como el realizado por Joo, García-Bermejo, y Martínez-Abad (2016) nos dan pistas para que los objetos en RA que diseñemos puedan ser utilizados con cierta garantía de éxito. En esta línea podemos decir que los objetos, en cuanto a los contenidos, tienen que ser breves y directos, con una duración no superior a los 5 minutos, deben tener en cuenta las diferentes capacidades de los estudiantes, las actividades tienen que ser presentadas con una interfaz intuitiva que permita la corrección rápida de los errores y con un carácter constructivista, en el que se fomente la participación y el intercambio entre los alumnos, presentación de objetos con carácter multimedia, con clara orientación práctica y por último, pero no por ello menos importante, se aconseja que los objetos de RA se adapten a las características de los dispositivos en los que serán visionados.

Sus posibilidades para incorporarlas a la formación son diversas: a) la información no significativa para la comprensión de un fenómeno; b) enriquecer la información de la realidad para facilitar su comprensión; c) poder observar un objeto desde diversos puntos de

¹<https://www.nmc.org/nmc-horizon/>

²<https://observatorio.itesm.mx/redutrends/>

vista eligiendo la persona el momento y perspectiva de observación; d) potencia el aprendizaje ubicuo; e) crear laboratorios y/o simuladores seguros para los estudiantes; f) enriquecer documentos impresos con información adicional en diferentes soportes; g) permite al estudiante la visualización de un fenómeno desde múltiples perspectivas potenciando de esta forma la inteligencia espacial; h) los estudiantes pueden ser actores produciendo estos objetos, i) permite la exposición de fenómenos temporales y especialmente heterogéneos, y j) contextualizar la información (Fonseca, Redondo, y Valls, 2016; Han, Jo, Hyun, y So, 2015; Jamali, Fairuz, undefined K., y Oskam, 2015; Maquilón, Mirete, y Avilés, 2017; Santos et al., 2016).

Estas posibilidades han llevado a que cuando se incorpora a la enseñanza, los alumnos muestren altos niveles de satisfacción y actitudes positivas para su utilización (Akçayır y Akçayır, 2017; Y. Hsu, Lin, y Yang, 2017; Joo, Martínez, y García-Bermejo, 2017), se encuentren motivados hacia estas acciones educativas (Cheng, 2017; Garay, Tejada, y Maiz, 2017) y mejora el rendimiento académico (Lu y Liu, 2015; Tekedere y Göker, 2016; Yilmaz y Goktas, 2017).

Indicar también que su incorporación ha sido en diferentes disciplinas universitarias: Ingeniería y Arquitectura (Odeh, Shanab, y Anabtawi, 2015), Matemáticas-Geometría (Coimbra, Cardoso, y Mateus, 2015), Idiomas (T. C. Hsu, 2017), Biología (Fracchia, Alonso, y Martins, 2015), geografía (Tsai, Liu, y Yau, 2013), Medicina (Barroso y Cabero-Almenara, 2016), Ciencias de la Educación (Garay et al., 2017; Martínez y Fernández, 2018), o Ingeniería (Ibáñez y Delgado-Kloos, 2018).

2 METODOLOGÍA

2.1 Objetivos de la investigación

El presente estudio forma parte de un proyecto de I+D+I “Realidad aumentada para aumentar la formación. Diseño, Producción y Evaluación de programas de realidad aumentada para la formación universitaria”, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España, siendo el objetivo que perseguimos alcanzar en el presente trabajo: Indagar sobre las dificultades técnicas, curriculares y organizativas que pudieran tener la RA para ser aplicada a los contextos de formación universitaria.

Para ello se desarrollaron diferentes acciones que fueron desde la revisión de la literatura, la construcción de un instrumento específico sobre limitaciones que se exponían en la literatura científica que podrían dificultar la incorporación de la RA a la enseñanza, la selección de una serie de expertos, y la valoración por los expertos de la significación de las limitaciones apuntadas en la literatura científica.

2.2 Estrategia de investigación

Una de las estrategias utilizadas en la investigación educativa es la denominada “juicio de experto”, con modalidad de aplicación “Delphi”, que es uno de los métodos más utilizados para configurar la validez de contenido de una escala o un cuestionario (López-Gómez, 2018; Pérez-Pérez, Gómez, y Sebastián, 2018). Como señalan Gil-Gómez y Pascual-Ezama

(2012) “la metodología Delphi es una técnica enmarcada dentro de los métodos de expertos que se utiliza para obtener la opinión más consensuada posible de un grupo de personas, consideradas expertos, en relación con un determinado objetivo de investigación” (p. 1011).

Esta metodología que suele utilizarse para diferentes aspectos: analizar la validez de los ítems de un cuestionario, estudiar la precisión del significado de términos, evaluación de material educativo o identificar soluciones frente a un problema (Barroso, Cabero, y Llorente, 2015; Escobar y Cuervo, 2008; Gil-Gómez y Pascual-Ezama, 2012; Hernández, Fernández, y Baptista, 2010).

Su aplicación se lleva a cabo desde diferentes perspectivas: agregación individual de los expertos, método Delphi, técnica grupal nominal y método de consenso (Cabero y Barroso, 2013). Aquí se ha utilizado una combinación de las dos primeras, en la que se denomina un “Delphi parcialmente modificado” en la cual se obtiene la información de forma individual sin que los expertos se encuentren en contacto.

Uno de los problemas para su utilización es la forma de seleccionar los expertos que participarán en la investigación. Y para ello se utilizan diferentes procedimientos, que van desde el análisis de su currículum, hasta la utilización de procedimientos como el del “coeficiente de competencia experta” (Coeficiente K) (Blasco, Padrón, y Mengual, 2010; García y Fernández, 2008); procedimiento que ha sido utilizado últimamente por distintos autores en distintas investigaciones como las realizadas por Cabero y Barroso (2013), Llorente (2013), Zartha, Montes, Toro, y Villada (2014), y Mengual-Andrés, Roig-Vila, y Blasco (2016).

En este estudio se utilizaron ambos procedimientos; en primer lugar, le enviamos el “cuestionario de obstáculos RA” (CORA), que presentaremos posteriormente, a diferentes expertos seleccionados de acuerdo a los siguientes criterios: tener experiencia en el terreno de la tecnología educativa y la utilización de las TIC en el terreno de la educación, tener experiencia en el terreno de la RA, pertenecer al equipo de investigación del proyecto RAFODIUN, y ser de diferentes universidades españolas e iberoamericanas. Al mismo tiempo se puso un link en la “Comunidad Virtual RAFODIUN” elaborada en Google+ para el proyecto para que lo cumplimentaran voluntariamente las personas que lo quisieran

Por lo que se refiere al número de expertos necesarios para llevar a cabo el estudio Delphi, no existe una regla definitiva, y como señala López-Gómez (2018, p.24) points out: “[...] estimar el número óptimo del panel precisa de una aproximación contingente, que tenga en cuenta la naturaleza de la investigación y los objetivos que se tratan de alcanzar, el alcance geográfico y los recursos a disposición del investigador”. Nosotros, apoyándonos en estos argumentos realizamos una selección extensa de los mismos, haciendo hincapié mediante el coeficiente de competencia experta en su selección definitiva.

El número de “expertos” que inicialmente cumplimentaron el CORA fue de 264, y sobre ellos aplicamos el “Coeficiente K” ($K = \frac{1}{2} K_c$ (coeficiente de conocimiento) + K_a (coeficiente de argumentación)), que supone que el experto valore de 0 a 10 el grado de conocimiento que tiene sobre el tema (K_c) y argumente de acuerdo a una tabla valorativa (Tabla 1) dónde ha adquirido la formación, y que es puntuado de acuerdo a los valores expuestos en la Tabla 1.

Tabla 1 Preguntas y puntuaciones para la obtención del Ka del “Coeficiente de Competencia Experta”

	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizado por usted	0,3	0,2	0,1
Su experiencia obtenida de su actividad práctica	0,5	0,4	0,2
Estudio de trabajo sobre el tema, de autores españoles	0,05	0,05	0,05
Estudio de trabajo sobre el tema, de autores extranjeros	0,05	0,05	0,05
Su propio conocimiento acerca del estado del problema en el extranjero	0,05	0,05	0,05
Su intuición sobre el tema abordado	0,05	0,05	0,05

Por lo general, se sugiere (Cabero y Barroso, 2013; Llorente, 2013; Mengual-Andrés et al., 2016), que sean finalmente seleccionados aquellos expertos que en el resultado del coeficiente obtengan una puntuación \geq a 0,8. En nuestro caso, dicho valor fue alcanzado por 208 sujetos, que fueron al final los que se consideraron para el estudio, siendo por tanto rechazado 56 de los que cumplieron el cuestionario.

Por lo que se refiere a las características de estos 208 expertos, hay que indicar que el 80,77% (f=168) tenían la titulación de doctor, el 11,54% (f=24) master, el 3,88% (f=8) eran licenciado, y 8 (f=3,88%) tenían otros estudios. De ellos la gran mayoría (f=188, 90,39%) trabajaban en un centro universitario, trabajando el resto en centros no universitarios (f=8, 3,88%), empresa relacionada con la formación (f=8, 3,88%), empresa relacionada con la producción tecnológica (f=2, 0,96%), y 2 indicaron que otras (0,966%). Su actividad básica era la docencia (f=148, 71,15%), aunque otro gran porcentaje trabajaba tanto en la docencia como en la parte técnica (f=42, 20,19%), el resto trabajaban en aspectos técnicos (f=8, 3,88%) y en la gestión (f=8, 3,88%).

Indicar que el 97,11% (f=2012) señalaron que había impartido asignaturas relacionadas con la Tecnología Educativa o las TIC aplicadas a la formación y que habían participado en alguna investigación sobre TIC, formación virtual o RA. Al mismo tiempo el 93,27% (f=194) había realizado publicaciones sobre estos aspectos.

2.3 Instrumento de recogida de datos

El instrumento de recogida de información sobre los obstáculos existentes para la incorporación de la RA en la formación, fue un cuestionario con formato tipo Likert, con 7 opciones de respuestas (de 0=nada significativo a 6=muy significativo). Para su construcción seguimos tres etapas: a) encuesta telefónica a una serie de “expertos” en Tecnología Educativa y RA sobre los obstáculos más significativos que para ellos tendría la implantación de la RA en la formación universitaria, b) revisión de artículos científicos sobre RA publicados en revistas de las bases de datos “Web of Science” y “Scopus”, y en el “Sello de Calidad de Revistas Científicas Españolas”, y c) obtención del índice de fiabilidad.

La primera fase consistió en la llamada telefónica a diferentes profesores de Tecnología Educativa de distintas Universidades Españolas, a los cuales se le realizó la siguiente pregunta: ¿cuáles cree que son los obstáculos más significativos que pueden dificultar la incorporación de la RA en la formación universitaria? Veinticinco fueron las llamadas rea-

lizadas.

Simultáneamente se llevó a cabo una revisión de la literatura sobre RA para identificar situaciones problemáticas que, según diferentes autores, eran los principales inconvenientes y dificultades que podemos encontrarnos para la incorporación de la RA a la enseñanza. Los resultados obtenidos los exponemos en la Tabla 2.

Tabla 2 Dimensiones identificadas en diferentes trabajos

Dimensiones	Autores
Formación estudiantes	Durall et al. (2012) y Liu y Tsai (2013)
Pocas experiencias educativas	Johnson et al. (2012), Cuendet et al. (2013), Wojciechowski y Cellary (2013), Bower et al. (2014), Radu (2014), Cabero-Almenara y García (2016)
Pocas investigaciones	Serio et al. (2013), Lin et al. (2013), Chen y Tsai (2012), Wu et al. (2013), X. Wang et al. (2013), Bacca et al. (2014), and Saidin et al. (2015)
Dificultad creación contenidos interactivos y pocos materiales educativos	Carracedo y Méndez (2012), Cabero-Almenara y García (2016) y Akçayır y Akçayır (2017)
La tecnología no es todavía muy precisa	Telefónica (2011), O'Shea et al. (2012) y Saidin et al. (2015)
Formación del profesorado	Durall et al. (2012), Bower et al. (2014), Billingham y Duenser (2012) y Cabero-Almenara y García (2016)
Se limita a dispositivos avanzados	Telefónica (2011) y Y. Wang (2017)
Búsqueda de metodologías activas	Durall et al. (2012)
Diversidad de tecnologías	Fombona et al. (2012)
Actitud docente	Wu et al. (2013) y Alkhatabi (2017)
Currículum existente poco flexible y diseño instruccional	Durall et al. (2012), Cuendet et al. (2013) y Wu et al. (2013)
Sobrecarga cognitiva de los estudiantes	Dunleavy et al. (2010), Wu et al. (2013), Akçayır y Akçayır (2017) y Y. Wang (2017)
Falta de referencias conceptuales	Rasimah et al. (2011) y Bower et al. (2014)
No es fácil de manejar	J. L. Hsu y Huang (2011), Saidin et al. (2015) y Y. Wang (2017)
Factores económicos	Cabero-Almenara y García (2016) y Y. Wang (2017)

La unión de los datos obtenidos por ambos procedimientos permitió identificar una serie de dimensiones:

- Inutilidad educativa (IE)
- Dificultad uso de la tecnología (DUT)
- Falta formación alumno (FFA)
- Actitud/creencia alumnos para su incorporación (ACA)
- Actitud/creencia profesor para su incorporación (ACP)
- Falta experiencia educativa (FEE)
- Falta fundamentación conceptual (FFC)
- Falta formación del profesorado (FFP)
- Problemas tecnológicos/económicos (PTE)
- Falta investigación educativa (FIE)
- Dificultad institucional/falta apoyo institucional (DI)
- Características currículum educativo (CCE)

Alrededor de estas construimos el CORA, del cual se hizo una primera versión que fue revisada por los miembros del equipo de investigación RAFODIUN, quedando la versión definitiva constituida por cuatro grandes bloques: caracterización del experto, preguntas para el análisis de la competencia experta, valoración de la influencia de una serie de obstáculos por los expertos (41 ítems) y pregunta abierta para que expusieran si creían que podría existir otro obstáculo no señalado en los ítems. El cuestionario se aplicó vía web.

En la Tabla 3, se presentan los índices de fiabilidad obtenido tanto para la globalidad del instrumento como para cada una de las dimensiones. Indicar que estos permiten señalar unos niveles altos de fiabilidad del instrumento (Dwyer y Bernauer, 2014), aunque en las dimensiones “Falta formación alumno” y “Actitud/creencia alumnos para su incorporación”, los valores fueron relativamente moderados, posiblemente debido a que eran las dimensiones sobre las que formulamos menor número de ítems. Indicar que para ver si la eliminación de algún ítem aumentaría el grado de fiabilidad realizamos la correlación ítem-total. Asimismo, los datos obtenidos no indicaban que la eliminación de alguno de ellos aumentaría el grado de fiabilidad, por ello tomamos la decisión de mantener los 41 ítems.

Tabla 3 Índice de fiabilidad de la globalidad del instrumento y sus dimensiones

Dimensión	Cronbach's Alpha
Instrumento	0,944
IE (ítems: 11, 18 and 22)	0,787
DUT (ítems: 4, 13, 14, 15, 16, 26 and 27)	0,801
FFA (ítems: 31 and 37)	0,635
ACA (ítems: 19 and 28)	0,56
ACP (ítems: 20 and 24)	0,875
FEE (ítems: 1, 3 and 21)	0,661
FFC (ítems: 2, 9 and 25)	0,65
FFP (ítems: 5, 30 and 32)	0,788
PTE (ítems: 7, 6, 10, 12, 17, 23 and 29)	0,787
FIE (ítems: 8, 33 and 39)	0,812
DI (ítems: 33, 34 and 35)	0,836
CCE (ítems: 38, 40 and 41)	0,904

The instrument was applied via the Internet, and the study was carried out at the end of 2017.

3 RESULTADOS

Comenzaremos nuestro análisis presentando las puntuaciones medias y desviaciones típicas alcanzadas en los diferentes ítems que constituían el instrumento (Tabla 4).

Los diez ítems que obtuvieron menor puntuación media, y que denotarían ser obstáculos nada o muy pocos significativos, fueron los siguientes:

- Solo puede ser utilizada por adultos y en los niveles superiores de enseñanza (1,31).

Tabla 4 Obstáculos para la incorporación de la RA en contextos de formación universitarios.

Ítem	M	SD
1) Existen más desarrollos tecnológicos que prácticas y experiencias educativas	4,49	1,52
2) Su novedad impide la falta de reflexión conceptual y teórica para su incorporación a la práctica educativa	3,87	1,48
3) Las experiencias de incorporación realizadas son más bien acciones puntuales, que acciones planificadas y continuadas para su adopción educativa	4,56	1,22
4) Falta de materiales educativos para su incorporación a la enseñanza	4,54	1,49
5) Falta de formación del profesorado para su utilización, y sobre todo para su aplicación en estrategias innovadoras de enseñanza	5,07	1,27
6) Los dispositivos tecnológicos que se utilizan para la interacción cuentan con diferentes sistemas operativos, lo que reclama la realización de distintas versiones de los objetos, y ello dificulta su incorporación a la enseñanza	4,04	1,59
7) La dificultad y desorientación cognitiva que supone para algunos estudiantes, el interaccionar en un contexto formado por la mezcla de lo real y virtual	2,8	1,65
8) La falta de investigación educativa	4,37	1,37
9) La falta de fundamentación teórica para tomar de decisiones respecto a su utilización e incorporación a la enseñanza	4,09	1,57
10) Se necesitan equipos costosos para su utilización	2,96	1,84
11) Solo sirve para distraer, no para que los estudiantes aprendan y adquieran conocimientos	1,33	1,61
12) Los centros educativos no disponen de tecnología para su utilización	3,52	1,84
13) Es difícil de producir por el profesorado	3,86	1,56
14) Los objetos producidos en RA son difíciles de utilizar por los estudiantes	2,08	1,64
15) Solo puede ser utilizada por adultos y en los niveles superiores de enseñanza	1,31	1,57
16) No puede ser utilizada en todas las disciplinas	1,42	1,61
17) Para su utilización se necesita disponer de dispositivos tecnológicos de última generación	2,62	1,93
18) En su utilización solo se pueden movilizar metodologías tradicionales y nada innovadora	1,39	1,78
19) La actitud que muestran los estudiantes hacia estas tecnologías no son positivas para su incorporación a la enseñanza	1,56	1,84
20) La actitud que muestran los docentes hacia estas tecnologías no son positivas para su incorporación a la enseñanza	3,43	1,62
21) No contamos con un volumen de “buenas prácticas” que indiquen como incorporarla a la enseñanza	4,14	1,37
22) Son sistemas muy rígidos que no permiten su adopción por el docente en su contexto de clase	1,95	1,62
23) Aunque ha evolucionado en los últimos tiempos, su funcionamiento técnico es impreciso	2,37	1,54
24) Resistencia de los docentes a la incorporación de las TIC en la enseñanza	4	1,57
25) Falta de diseño instruccional para su incorporación	4,11	1,44
26) Sobrecarga cognitivamente a los estudiantes por la diversidad de información que puede ofrecer	2,1	1,63
27) Los estudiantes se sienten aburridos y confundidos, cuando están inmersos en situaciones de utilización de objetos de aprendizaje en RA	1,4	1,58
28) Los alumnos creen que la RA no es una tecnología significativa para el aprendizaje	1,66	1,58
29) Las casas industriales que no se deciden a establecer un estándar tecnológico para la utilización de la RA	3,38	1,8
30) El desconocimiento que los docentes tienen de esta tecnología	4,7	1,3
31) El desconocimiento que los estudiantes tienen de esta tecnología	3,26	1,84
32) Los docentes no están formados para su utilización en la enseñanza	4,79	1,36
33) No existen investigaciones educativas que permitan analizar sus posibilidades educativas	3,71	1,74
34) La institución educativa no propicia el uso de las TIC en general, y la RA en particular	4,15	1,6
35) En los centros educativos no hay tecnología para su utilización	3,45	1,81
36) No se recibe apoyo institucional para la incorporación de la RA	4,08	1,64
37) Los estudiantes no están capacitados para su utilización	1,82	1,78
38) La rigidez del curriculum educativo no facilita la incorporación de la tecnología de la RA	3,41	1,82
39) Hay escasas investigaciones sobre sus posibilidades educativas	3,74	1,74
40) El curriculum educativo es por lo general poco flexible para realizar innovaciones tecnológicas educativas con la RA	3,27	1,82
41) El plan de estudios no facilita la incorporación de la RA	3,13	1,87

- Solo sirve para distraer, no para que los estudiantes aprendan y adquieran conocimientos (1,33).
- En su utilización solo se pueden movilizar metodologías tradicionales y nada innovadora (1,39).
- Los estudiantes se sienten aburridos y confundidos, cuando están inmersos en situaciones de utilización de objetos de aprendizaje en RA (1,40).
- No puede ser utilizada en todas las disciplinas (1,42).
- La actitud que muestran los estudiantes hacia estas tecnologías no son positivas para su incorporación a la enseñanza (1,56).
- Los alumnos creen que la RA no es una tecnología significativa para el aprendizaje (1,66).
- Los estudiantes no están capacitados para su utilización (1,82).
- Son sistemas muy rígidos que no permiten su adopción por el docente en su contexto de clase (1,95).
- Los objetos producidos en RA son difíciles de utilizar por los estudiantes (2,08).

En contrapartida, los diez ítems que obtuvieron mayor puntuación media, y que sugieren obstáculos muy significativos para su incorporación, fueron los siguientes:

- Falta de diseño instruccional para su incorporación (4,11).
1. No contamos con un volumen de “buenas prácticas” que indiquen cómo incorporarla a la enseñanza (4,14).
 2. La institución educativa no propicia el uso de las TIC en general, y la RA en particular (4,15).
 3. La falta de investigación educativa (4,37).
 4. Existen más desarrollos tecnológicos que prácticas y experiencias educativas (4,49).
 5. Falta de materiales educativos para su incorporación a la enseñanza (4,54).
 6. Las experiencias de incorporación realizadas son más bien acciones puntuales, que acciones planificadas y continuadas para su adopción educativa (4,56).
 7. El desconocimiento que los docentes tienen de esta tecnología (4,70).
 8. Los docentes no están formados para su utilización en la enseñanza (4,79).

Falta de formación del profesorado para su utilización, y sobre todo para su aplicación en estrategias innovadoras de enseñanza (5,07).

Por lo que se refiere a las puntuaciones medias y desviaciones típicas alcanzadas, tanto en la globalidad del instrumento como en las diferentes dimensiones que lo conforman, los resultados los presentamos en la Tabla 5.

Cinco han sido las dimensiones respecto a las cuales los expertos señalaron que podría haber mayor dificultad:

Falta formación del profesorado (4,85).

Tabla 5 Medias y desviaciones típicas obtenidas en las dimensiones

Dimensión	M	SD
Inutilidad educativa (IE)	1,55	1,44
Dificultad uso de la tecnología (DUT)	2,39	1,13
Falta formación alumno (FFA)	2,54	1,53
Actitud/creencia alumnos para su incorporación (ACA)	1,61	1,45
Actitud/creencia profesor para su incorporación (ACP)	3,71	1,48
Falta experiencia educativa (FEE)	4,4	0,97
Falta fundamentación conceptual (FFC)	4,02	1,15
Falta formación del profesorado (FFP)	4,85	1,07
Problemas tecnológicos/económicos (PTE)	3,1	1,17
Falta investigación educativa (FIE)	3,94	1,4
Dificultad institucional/falta apoyo institucional (DI)	3,89	1,46
Características currículum educativo (CCE)	3,27	1,64

- Falta experiencia educativa (4,40).
- Falta fundamentación conceptual (4,02).
- Falta investigación educativa (3,94).
- Dificultad institucional/falta apoyo institucional (3,89).

Es de señalar la baja significación atribuida a que sea un material inútil para la enseñanza y que los alumnos pudieran tener actitudes negativas hacia ella.

La última pregunta del cuestionario pretendía recoger información respecto a si había algún obstáculo no señalado en las preguntas anteriormente presentadas y lo primero a indicar fueron los comentarios referidos a que lo completo de la lista ofrecida, y que puede sintetizarse en el comentario ofrecido por uno de los expertos: “creo que los 41 motivos considerados cubren un abanico exhaustivo de posibles dificultades.”

Un grupo de expertos llamaron la atención respecto a la falta de recursos que se destinaban en los centros para la utilización de esta tecnología: “no se dedican suficientes recursos para la producción de materiales con RA” y “la inversión de los gobiernos para costear materiales y elementos en RA en el sistema educativo, promoviendo así la educación tradicional”.

Algunos obstáculos señalados los podríamos considerar de tipo operativo, como: el encontrarnos los materiales en inglés (“en ocasiones el material educativo se encuentra en inglés. Muy importante” y “los recursos están en otro idioma); no existencia de materiales para todas las asignaturas (“a veces no hay recursos para los temas que el docente necesita trabajar”, “no hay materiales en el área de marketing educativo” o “falta de materiales adaptados a estudiantes con necesidades educativas especiales”), la diversidad de tecnología (“la diversidad de aplicaciones y apps para su utilización hace a veces pesado tener que instalar varias en diferentes dispositivos” o “la incorporación de un estándar para RA que hable con los LMS actuales”), los aspectos económicos (“lo costoso de los equipos”), y la falta de personal de apoyo para los docentes (“es muy importante la falta de personal preparado de apoyo para la utilización de la RA en la docencia”).

Otros obstáculos señalados los podemos encuadrar en los de tipo educativo, como se desprenden de los comentarios siguientes: “en general el conservadurismo de los directores”, “una visión de cambio metodológico más cierta, que incorpore objetos de aprendizaje vinculados a la RA”, o que “debe integrarse en el diseño de aprendizaje como un nuevo aporte tecnológico no exclusivo ni excluyente”.

4 CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Nuestra primera conclusión, en referencia al objetivo que nos marcábamos al inicio del trabajo sobre “Indagar sobre las dificultades técnicas, curriculares y organizativas que pudieran tener la RA para ser aplicada a los contextos de formación universitaria”, los resultados obtenidos giran en torno a: la falta de formación y perfeccionamiento del profesorado, las pocas experiencias educativas que nos encontramos, la falta de fundamentación conceptual, la limitada investigación educativa y la falta de apoyo institucional.

Por lo que se refiere a la formación del profesorado, nuestro hallazgo coincide con lo indicado por otros autores (Billinghurst y Duenser, 2012; Bower et al., 2014; Cabero-Almenara y García, 2016; Durall et al., 2012). Y en este aspecto nos gustaría señalar que tal formación no debe limitarse a que los docentes adquieran competencias para manejar algunos de los programas que se utilizan para su manejo, como Aurasma o Vuforia, sino que debe hacerse bajo los postulados del modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2006), es decir, una formación que permita que los docentes adquieran conocimiento tecnológico sobre la RA, conocimiento pedagógico para su incorporación a la práctica educativa, y conocimiento de contenido, para que sepa explotarlo en su área curricular concreta.

Un obstáculo significativo es la falta de fundamentación teórica, hallazgo que coincide con las aportaciones realizadas por diferentes autores (Bower et al., 2014; Rasimah et al., 2011), y que ha llevado a que muchas tecnologías ocupen posiciones marginales dentro del currículum. En esta búsqueda de referencias puede ser interesante contemplar las propuestas realizadas por Johnson, Smith, Willis, Levine, y Haywood (2011), que llaman la atención que esta es una tecnología que puede apoyarse en los siguientes enfoques de aprendizaje: constructivista, contextual, basado en juegos y basado en la investigación. Por su parte, recientemente Pedraza, Amado, Lasso, y Munévar (2017), proponen un esquema de los diferentes enfoques desde los que se puede abordar la utilización educativa de la RA (Tabla 6).

Tabla 6 Enfoques de aplicación de la RA (Pedraza et al., 2017)

Enfoque	Instrumental	Cognitivo	Sistémico
Concepto desde la RA	Herramienta y recurso	Mediación pedagógica con fines del aprendizaje	Modelado, simulación e inmersión
Modo de asumir la RA	Actividad	Estrategia	Metodología

La falta de apoyo institucional se puede considerar como uno de los aspectos que han dificultado la utilización y producción de recursos audiovisuales y multimedia por los

docentes (Cabero-Almenara et al., 2010) y en este aspecto es de destacar la experiencia realizada desde el “Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla”, que ha facilitado a través de la realización de convocatorias entre la comunidad universitaria la producción de una diversidad de recursos en RA que se encuentran en acceso público³.

Ha resultado significativo encontrar que los obstáculos indicados por los expertos no se han centrado, ni en el alumno, ni en la dificultad de utilización de esta tecnología, ni en su ineficacia como recurso didáctico, sino como hemos visto en aspectos del docente, práctica educativa, y poca flexibilidad del currículum.

Los hallazgos encontrados referidos a las no actitudes negativas hacia ellos coinciden con la diversidad de investigaciones (Cabero, García, y Arroyo, 2016; Fonseca et al., 2016; Han et al., 2015; Y. Hsu et al., 2017; Joo et al., 2017; Pérez-López, 2015; Rodríguez, Naranjo, y Duque, 2016), que han señalado con claridad que las actitudes de los estudiantes hacia ellos y su grado de aceptación son muy significativas.

Desde un punto de vista práctico se aconseja que las instituciones, antes de facilitar su incorporación a la enseñanza, tomen decisiones respecto a la formación del profesorado y la creación de centros que ayuden a los docentes a la producción de estos objetos de aprendizaje. Al mismo tiempo deben adoptarse medidas para facilitar la conectividad en las instituciones.

Otra de las conclusiones manifestadas en el estudio es la construcción de un instrumento válido y fiable (Cuestionario de obstáculos RA –CORA-), con un índice de fiabilidad muy alto 0.94 (Dwyer y Bernauer, 2014) y constituido por cuatro bloques (caracterización del experto, preguntas para el análisis de la competencia experta, valoración de la influencia de una serie de obstáculos por los expertos y preguntas abiertas para la inclusión de otros obstáculos no señalados anteriormente), que contenían las 13 dimensiones obtenidas del resultado del estudio Dephi realizado una vez aplicado el Coeficiente K Coeficiente K” ($K = \frac{1}{2} K_c$ (coeficiente de conocimiento) + K_a (coeficiente de argumentación)).

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: Ministerio de Economía y Competitividad, España.

Funder Identifier: <http://dx.doi.org/10.13039/501100003329>

Award: EDU2014-57446-P

Proyecto de Investigación: “Realidad Aumentada para Aumentar la Formación. Diseño, Producción y Evaluación de Programas de Realidad Aumentada para la Formación Universitaria” (RAFODIUN).

REFERENCIAS

Akçayır, M., y Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11.

³<http://ra.sav.us.es/>

- <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Alkhattabi, M. (2017). Augmented Reality as E-learning Tool in Primary Schools' Education: Barriers to Teachers' Adoption. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(2), 91–100. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i02.6158>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., y Kinshuk, G. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology y Society*, 17(4), 133–149.
- Barroso, J., Cabero, J., y Llorente, M. C. (2015). El diseño, la producción y la evaluación de TIC aplicadas a los procesos de enseñanza y aprendizaje. En J. Cabero, J. Barroso, et al. (Eds.), *Nuevos retos en tecnología educativa* (pp. 69–95). Madrid: Síntesis.
- Barroso, J., y Cabero-Almenara, J. (2016). Evaluación de objetos de aprendizaje en Realidad Aumentada: Estudio piloto en el Grado de Medicina. *Enseñanza & Teaching*, 34(2), 149–167. <https://doi.org/10.14201/et2016342149167>
- Billinghurst, M., y Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45, 56–63.
- Blasco, J., Padrón, A. L., y Mengual, S. (2010). Validación mediante el método Delphi de un cuestionario para conocer las experiencias e interés hacia las actividades acuáticas con especial atención al windsurf. *Ágora para la educación física y el deporte*, 12(1), 75–94.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., y Grover, D. (2014). Augmented reality in education-cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>
- Cabero, J., y Barroso, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón*, 65(2), 25–38. <https://doi.org/10.13042/brp.2013.65202>
- Cabero, J., García, F., y Arroyo, C. (2016). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada para la formación universitaria en el SAV de la Universidad de Sevilla. En L. Villalustre, M. D. Moral, et al. (Eds.), *Experiencias interactivas con realidad aumentada en las aulas* (pp. 19–30). Barcelona: Octaedro.
- Cabero-Almenara, J., Fernández, B., y Marín, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 167–185. <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17245>
- Cabero-Almenara, J., y García, F. (2016). *Realidad Aumentada. Tecnología para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Cabero-Almenara, J., Lozano, J. M., Barroso, J., fernández, J. M., Romero, R., Román, P., ... Balles-teros, C. (2010). Análisis de centros de recursos de producción de las TIC de las universidades españolas. *Revista de Educación*, 351, 237–257.
- Carracedo, J. D. P., y Méndez, C. L. M. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*, 7, 102–108.
- Chen, C. M., y Tsai, Y. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59, 638–652. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.001>
- Cheng, K.-H. (2017). Reading an augmented reality book: An exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4), 53–69. <https://doi.org/10.14742/ajet.2820>
- Coimbra, M., Cardoso, T., y Mateus, A. (2015). Augmented Reality: an Enhancer for Higher Education Students in Math's learning? *Procedia Computer Science*, 67, 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.277>
- Cuendet, S., Bonnand, Q., Do-Lenh, S., y Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557–569. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013>

.02.015

- Dunleavy, M., Dede, C., y Mitchell, R. (2010). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L., y Adams, S. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Dwyer, L. O., y Bernauer, J. (2014). *Quantitative research for the qualitative researcher*. California: Sage.
- Escobar, J., y Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de experto: una aproximación a su utilización. *Avance en Medicina*, 6, 27–36.
- Fombona, J., Pascual, M. J., y Madeira, M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, 197–210.
- Fonseca, D., Redondo, E., y Valls, F. (2016). Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos. *Education in the Knowledge Society, EKS*, 17(1), 45–64. <https://doi.org/10.14201/eks20161714564>
- Fracchia, C., Alonso, A., y Martins, A. (2015). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, 16, 7–15.
- Garay, U., Tejada, E., y Maiz, I. (2017). Valoración de objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada: una experiencia con alumnado de máster universitario. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 50, 19–31. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i50.01>
- García, L., y Fernández, S. (2008). Procedimiento de aplicación del trabajo creativo en grupo de expertos. *Energética*, XXIX, 2, 46–50.
- Gil-Gómez, B., y Pascual-Ezama, D. (2012). La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido. *Anales de psicología*, 28(3), 1011–1020. <https://doi.org/10.6018/analesps.28.3.156211>
- Han, J., Jo, M., Hyun, E., y So, H. (2015). Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play. *Education Technology Research Development*, 63, 455–474. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9374-9>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Hsu, J. L., y Huang, Y. H. (2011). The Advent of Augmented-Learning: A Combination of Augmented Reality and Cloud Computing. En C. Ho y M. Lin (Eds.), *Proceedings of E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 1328–1333). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Hsu, T. C. (2017). Learning English with Augmented Reality: Do learning styles matter? *Computers & Education*, 106, 137–149. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.007>
- Hsu, Y., Lin, Y., y Yang, B. (2017). Impact of augmented reality lessons on students' STEM interest. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(2), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0039-z>
- Ibáñez, M., y Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computer & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Jamali, S., Fairuz, M. W., undefined K., y Oskam, C. (2015). Utilising mobile-augmented reality for learning human anatomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 659–668. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.054>
- Johnson, L., Adams, S., y Cummins, M. (2012). *NMC Horizon Report: 2012 K-12 Edition*. Austin,

- Texas: NMC Horizon Report.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., y Haywood, K. (2011). *The 2011 Horizon Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Joo, J., García-Bermejo, J., y Martínez-Abad, F. (2016). Virtual Heritage of the Territory: Design and Implementation of Educational Resources in Augmented Reality and Mobile Pedestrian Navigation. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 11(1), 41–46.
- Joo, J., Martínez, F., y García-Bermejo, J. R. (2017). Realidad Aumentada y Navegación Peatonal Móvil con contenidos Patrimoniales: Percepción del aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 93–118. <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17602>
- Lagunes-Domínguez, A., Torres-Gastelú, C., Angulo-Armenta, J., y Martínez-Olea, M. (2017). Prospectiva hacia el Aprendizaje Móvil en Estudiantes Universitarios. *Formación universitaria*, 10(1), 101–108. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000100011>
- Lin, J., Bim-Lirn, H., Li, N., Wang, H., y Tsai, C. (2013). An Investigation of Learners' Collaborative Knowledge Construction Performances and Behavior Patterns in an Augmented Reality Simulation System. *Computers & Education*, 68, 314–321. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.011>
- Liu, P., y Tsai, M. (2013). Using augmented-reality-based mobile learning material in EFL English composition: An exploratory case study. *British Journal of Educational Technology*, 44(1), 1–4. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01302.x>
- Llorente, M. (2013). Assessing Personal Learning Environments (PLEs). An expert evaluation. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 2(1), 39–44. <https://doi.org/10.7821/naer.2.1.39-44>
- López-Gómez, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. *Educación XXI*, 21(1), 17–40. <https://doi.org/10.5944/educxx1.20169>
- Lu, S., y Liu, Y.-C. (2015). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525–541. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>
- Maquilón, J. J., Mirete, A., y Avilés, M. (2017). La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(2), 183–203. <https://doi.org/10.6018/reifop/20.2.290971>
- Martínez, S., y Fernández, B. (2018). Objetos de realidad aumentada: percepciones del alumnado de pedagogía. *Pixel-Bit. Revista de Medios y educación*, 53, 207–220. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.14>
- Mengual-Andrés, S., Roig-Vila, R., y Blasco, J. (2016). Delphi study for the design and validation of a questionnaire about digital competences in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13(12). <https://doi.org/10.1186/s41239-016-0009-y>
- Mishra, P., y Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *The Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Odeh, S., Shanab, S., y Anabtawi, M. (2015). Augmented Reality Internet Labs versus its Traditional and Virtual Equivalence. *International Journal Of Emerging Technologies In Learning (IJET)*, 10(3), 4–9. <https://doi.org/10.3991/ijet.v10i3.4354>
- O'Shea, P., Folkestad, J., y Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology. (2012). An Analysis of Engagement in a Combination Indoor/Outdoor Augmented Reality Educational Game. En T. Amiel y B. Wilson (Eds.), (pp. 1127–1147). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Pedraza, C., Amado, O., Lasso, E., y Munévar, P. (2017). La experiencia de la realidad aumentada (RA) en la formación del profesorado en la universidad nacional abierta y a distancia UNAD-

- Colombia. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 51, 111–131. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i51.08>
- Pérez-López, D. (2015). eJUNIOR: Sistema de Realidad Aumentada para el conocimiento del medio marino en educación primaria. *Quid*, 24, 35–42.
- Pérez-Pérez, M., Gómez, E., y Sebastián, M. (2018). Delphi Prospection on Additive Manufacturing in 2030: Implications for Education and Employment in Spain. *Materials*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/ma11091500>
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Rasimah, C., Ahmad, A., y Zaman, H. (2011). Evaluation of user acceptance of mixed reality technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27, 1369–1387. <https://doi.org/10.14742/ajet.899>
- Rodríguez, A., Naranjo, M., y Duque, N. (2016). Prueba de usabilidad y satisfacción en objetos de aprendizaje con Realidad Aumentada en aplicaciones móviles. En S. Baldiris (Ed.), *Recursos Educativos Aumentados Una oportunidad para la inclusión* (pp. 55–65). Colombia: Sello Editorial Tecnológico Comfenalco.
- Saidin, N., Halim, N. A., y Yahaya, N. (2015). A Review of Research on Augmented Reality in Education: Advantages and Applications. *International Education Studies*, 8(13), 1–8. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n13p1>
- Santos, M., Wolde, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M., Sandor, C., y Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(4), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0028-2>
- Seifert, T., Hervás, C., y Toledo, P. (2019). Diseño y validación del cuestionario sobre percepciones y actitudes hacia el aprendizaje por dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 54, 45–64. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i54.03>
- Serio, A. D., Ibáñez, M. B., y Delgado, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers y Education*, 68, 586–596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Tekedere, H., y Göker, H. (2016). Examining the Effectiveness of Augmented Reality Applications in Education: A Meta-Analysis. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(16), 9469–9481.
- Telefónica, F. (2011). *Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Madrid: Fundación Telefónica-Ariel.
- Tsai, M., Liu, P., y Yau, J. (2013). Using electronic maps and augmented reality-based training materials as escape guidelines for nuclear accidents: An explorative case study in Taiwan. *British Journal of Educational Technology*, 44(1), E18–E21. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01325.x>
- Wang, X., Jeong, M., Love, P., y Kang, S.-C. (2013). Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research. *Automation in Construction*, 32, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.11.021>
- Wang, Y. (2017). Using augmented reality to support a software editing course for college students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33, 532–546. <https://doi.org/10.1111/jcal.12199>
- Wojciechowski, R., y Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570–585. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>
- Wu, H.-S., Wen-Yu, S., Chang, H.-Y., y Liang, J. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>

[.1016/j.compedu.2012.10.024](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024)

Yilmaz, R. M., y Goktas, Y. (2017). Using augmented reality technology in storytelling activities: examining elementary students' narrative skill and creativity. *Virtual Reality*, 21(2), 75–89.

<https://doi.org/10.1007/s10055-016-0300-1>

Zartha, J., Montes, J., Toro, I., y Villada, H. (2014). Método Delphi - Propuesta para el cálculo del número de expertos en un estudio Delphi sobre empaques biodegradables al 2032. *Espacios*, 35(13).